

Projecte d'homologació d'un Suzuki Vitara amb modificacions per millorar les seves aptituds tot terreny

Treball fi de grau

Autor: Marc Navarro Majó

Tutor: Joan Casals Artigas

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa

Grau en Enginyeria Mecànica

27 de juny de 2017, Manresa

RESUM

El projecte consisteix en realitzar i homologar tota una sèrie de modificacions en un Suzuki Vitara 1.6 16V 5 portes per a millorar les seves aptituds en terrenys fora pistes sense comprometre, en excés, les seves aptituds en carretera. Aquestes modificacions es realitzaran mantenint sempre present el manual de reformes de vehicles vigent, sobre el qual es dimensionarà el projecte per tal de complir les normatives i directrius específiques. En el projecte es redactarà tant el procés dut a terme en les modificacions com en l'homologació d'aquestes.

ABSTRACT

The project will consist in realizing several modifications in a Suzuki Vitara 1.6 16V and once all the modifications are done include them in the technical specs sheet. These modifications are going to be done trying to improve the off-road capabilities of this all-terrain vehicle without weakening the on road behaviour. In order to include these improves in the technical sheet, we have considered all the normative and directives included in the valid Vehicle Modifications Manual. All the modification process and approving process will be detailed in this project.

ÍNDEX

RESUM	1
ABSTRACT	2
ÍNDIX DE FIGURES	5
ÍNDIX DE TAULES	6
1. MEMORIA DESCRIPTIVA	7
1.1 Objecte del projecte	7
1.2 Antecedents	8
1.3 Característiques del vehicle abans i després de la reforma	15
1.4 Descripció de les reformes	18
1.4.1 Reubicació de la matrícula davantera	18
1.4.2 Conduïte d'admissió elevat (snorkel)	18
1.4.3 Substitució de rodes	19
1.4.4 Variació en el sistema de suspensió	22
1.4.5 Modificacions de carrosseria	25
1.4.5.1 Substitució del para-xocs davanter	25
1.4.6 Instal·lació de fars	27
2. CÀLCULS JUSTIFICATIUS	29
2.1 Hipòtesis de càlculs	29
2.2 Estudi de repartició de càrregues	30
2.3 Estudi del kit de suspensions	33
2.4 Estudi de bolcat del vehicle	35
2.5 Càlcul d'elements de carrosseria	39
2.5.1 Para-xocs davanter	39
2.5.2 Resistència passos de roda davanter/posteriors	42
3. PLEC DE CONDICIONS	43
3.1 Objecte i abast	43
3.2 Qualitat dels materials emprats	43
3.3 Normativa aplicable	43
3.4 Certificats i execucions	43
3.5 Taller executor	43
4. PRESSUPOST	44
5. CONCLUSIONS	45
6. CERTIFICAT FINAL	46
7. BIBLIOGRAFIA	48

8. ANNEXOS.....	50
8.1 Fitxa tècnica i ITV	50
8.2 Permís de circulació	51
8.3 Plànols del vehicle i les seves característiques fonamentals abans i després de la reforma	52
8.4 Fotografies després de la reforma.....	53
8.5 Informe de pesatge.....	62
8.6 Certificat snorkel.....	63

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Desplaçament del pla de collada respecte el centre de la llanta	20
Figura 2. Sistema de suspensió davanter	22
Figura 3. Sistema de suspensió posterior	23
Figura 4. Esquema pas de roda.....	26
Figura 5. Instal·lació elèctrica barres led addicionals	27
Figura 6. Instal·lació elèctrica llums antiboira.....	28
Figura 7. Esquema repartició càrregues	30
Figura 8. Esquema càlcul altura CDG	35
Figura 9. Esquema de càlcul de l'estabilitat transversal	37
Figura 10. Alçat, planta i perfil del para-xocs davanter original	39
Figura 11. Distància aplicació esforç para-xocs original.....	39
Figura 12. Inèrcies para-xocs original	40
Figura 13. Alçat, planta i perfil del para-xocs davanter reformat.....	40
Figura 14. Distància aplicació esforç para-xocs reformat	41
Figura 15. Inèrcies para-xocs reformat	41

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Identificació del vehicle.	7
Taula 2. Actes reglamentaris aplicables al canvi d'emplaçament de la matrícula.....	10
Taula 3. Actes reglamentaris aplicables a la modificació del sistema d'admissió.	10
Taula 4. Modificacions en les rodes que impliquin un canvi en l'ample de vies.	10
Taula 5. Substitució de pneumàtics per altres no equivalents.	11
Taula 6. Modificacions en el sistema de suspensió.....	12
Taula 7. Transformacions que modifiquin la longitud del voladís davanter o posterior.	12
Taula 8. Modificació o incorporació de elements en el exterior del vehicle.	13
Taula 9. Addició d'elements, dispositius o sistemes d'enllumenat i senyalització.	14
Taula 10. Característiques del vehicle abans i després de la reforma.....	17
Taula 11. Modificacions en llantes i pneumàtics	19
Taula 12. Càrregues generades pels ocupants.....	31
Taula 13. Estudi de càrregues	32
Taula 14. Estudi del kit de suspensions	34

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Objecte del projecte

El present projecte té com objectiu acreditar que la reforma a realitzar en el vehicle marca SUZUKI, TIPUS ETD01V, variant ETD01V denominació comercial VITARA, amb número d'identificació JSAETD01VD0126246 i matrícula B9693OF, consistent en la substitució d'elements de les rodes, suspensió i carrosseria, a més a més de la incorporació d'un conducte d'admissió d'aire elevat i llums, compleix amb els requisits normatius d'aplicació indicats en el RD 866/2010 de 2 de juliol i no disminueix la seguretat del vehicle ni afecta al medi ambient.

En aquest projecte s'explicaran els detalls constructius de las reformes a realitzar.

Identificació del vehicle

Nº DE BASTIDOR	JSAETD01VD0126246
MARCA	SUZUKI
TIPUS / VARIANT	ETD01V / ETD01V
DENOMINACIÓ COMERCIAL	VITARA
CATEGORÍA	M ₁
MATRÍCULA	B9693OF

Taula 1. Identificació del vehicle.

1.2 Antecedents

La reforma a realitzar s'identifica segons el RD 866/2010 de 2 de juliol amb els números indicats a continuació i els corresponents Codis de Reforma que li són d'aplicació: **1.3, 2.1, 4.4, 4.5, 5.1, 8.50, 8.52, 9.1.**

Noves reformes autoritzades:

- **Reforma 1.3 Canvi d'emplaçament de la matrícula**

Reubicació de matrícula davantera 34x11cm en la part superior esquerra del para-xocs davanter.

- **Reforma 2.1 Modificació de las característiques o substitució dels elements del sistema d'admissió de combustible**

Instal·lació de snorkel marca PLASMA4x4 en el lateral esquerra en plàstic ABS.

- **Reforma 4.4 Modificacions o substitucions en rodes o instal·lació/desinstal·lació de separadors de rodes que impliquin la modificació del ample de vies**

Substitució de llantes 7"x15" ET -20mm sobre pneumàtics 235/75R15 104/101Q DAVANT/DARRERE.

- **Reforma 4.5 Substitució de neumàtics per altres no equivalents**

Substitució de pneumàtics 235/75R15 104/101Q DAVANT/DARRERE.

- **Reforma 5.1 Modificació de les característiques del sistema de suspensió o d'alguns dels seus components elàstics**

Substitució de molles davanteres marca JIMNYBITS amb referència 3950 i posteriors marca JIMNYBITS amb referència 3320.

Instal·lació de suports d'esmorteïdors davanterers superiors de la marca JIMNYBITS amb referència 225vitpla.

Instal·lació de suports d'esmorteïdors posteriors inferiors de la marca JIMNYBITS amb referència VITRSR.

- **Reforma 8.50 Transformacions que modifiquen la longitud del voladís davanter i/o posterior**

Substitució de para-xocs davanter ARTESANAL en xapa d'alumini AW1050-H24 de 3mm d'espessor.

- **Reforma 8.52 Modificació, incorporació o desinstal·lació d'elements en l'exterior del vehicle**

Substitució de para-xocs davanter ARTESANAL en xapa d'alumini AW1050-H24 de 3mm d'espessor.

Aletins davanter i posteriors en ABS de la marca PROMYGES4X4 amb referència SV50212.

- **Reforma 9.1 Addició o desinstal·lació de qualsevol element, dispositiu, sistema, component o unitat tècnica independent d'enllumenat i senyalització**

Instal·lació de 2 projectors antiboira en para-xocs davanter marca HELLA amb referència 1NA.1185.

Instal·lació de 2 barres LED de llarg abast en para-xocs davanter marca LED4x4 amb referència LD-100W-HR30.

Totes elles anotades segons MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS, segons REAL DECRETO 866/2010, de 2 de juliol, que tipifica noves reformes d'importància i modifica els annexos I i II del REAL DECRETO mencionat anteriorment.

Les anteriors reformes quedaran subjectes al actes reglamentaris que li corresponguin, els quals queden definits a continuació mitjançant taules extretes del MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS:

1.3	Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula	
	Reglamentación aplicable	
	Emplazamiento de la placa de matrícula anterior	70/222/CEE
	Salientes exteriores	74/483/CEE
	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE
	Salientes exteriores de las cabinas	-

Taula 2. Actes reglamentaris aplicables al canvi d'emplaçament de la matrícula.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

2.1	Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente	
	Reglamentación aplicable	
	Nivel sonoro admisible	70/157/CEE
	Emisiones	70/220/CEE
	Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) 715/2007
	Humos diésel	72/306/CEE
	Salientes exteriores	74/483/CEE
	Emisiones diésel	-
	Emisiones (Euro 4 y 5), vehículos pesados	-

Taula 3. Actes reglamentaris aplicables a la modificació del sistema d'admissió.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

4.4	Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía	
	Reglamentación aplicable	
	Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE
	Mecanismos de dirección	70/311/CEE
	Guardabarros	78/549/CEE
	Protección lateral	-
	Sistemas anti proyección	-
	Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE
	Neumáticos	92/23/CEE
	Masas y dimensiones (resto vehículos)	-
	Protección delantera contra empotramiento	-

Taula 4. Modificacions en les rodes que impliquen un canvi en l'ample de vies.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

4.5	Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes	
	Reglamentación aplicable	
	Nivel sonoro admisible	70/157/CEE
	Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE
	Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE
	Mecanismos de dirección	70/311/CEE
	Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE
	Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE
	Frenado	71/320/CEE
	Velocímetro y marcha atrás	75/443/CEE
	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE
	Guardabarros	78/549/CEE
	Protección lateral	-
	Sistemas anti proyección	-
	Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE
	Neumáticos	92/23/CEE
	Masas y dimensiones (resto vehículos)	-
	Protección delantera contra el empotramiento	-
	Protección de peatones	2003/102/CE
	Sistemas de protección delantera	2005/66/CE

Taula 5. Substitució de pneumàtics per altres no equivalents.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

5.1	Modificación de las características del sistema de suspensión o de alguno de sus componentes	
	Reglamentación aplicable	
	Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE
	Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE
	Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE
	Frenado	71/320/CEE
	Parásito radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE
	Instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE
	Guardabarros	78/549/CEE
	Protección lateral	-
	Sistemas anti proyección	-
	Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE
	Masas y dimensiones (resto vehículos)	-
	Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE
	Protección delantera contra el empotramiento	-
	Protección de peatones	2003/102/CE
	Sistemas de protección delantera	2005/66/CE

Taula 6. Modificacions en el sistema de suspensió.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

8.50	Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero	
	Reglamentación aplicable	
	Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE
	Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE
	Mecanismos de dirección	70/311/CEE
	Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE
	Salientes exteriores	74/483/CEE
	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE
	Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE
	Masas y dimensiones (resto vehículos)	-
	Salientes exteriores de las cabinas	-
	Protección delantera contra el empotramiento	-
	Protección de peatones	2003/102/CE

Taula 7. Transformacions que modifiquin la longitud del voladís davanter o posterior.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

8.52	Modificación o incorporación de elementos en el exterior del vehículo	
	Reglamentación aplicable	
	Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE
	Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE
	Autobuses y autocares	-
	Salientes exteriores	74/483/CE
	Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE
	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE
	Dispositivos de remolcado	77/389/CEE
	Campo de visión delantera	77/649/CEE
	Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE
	Guardabarros	78/549/CEE
	Sistemas anti proyección	-
	Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE
	Cristales de seguridad	92/22/CEE
	Masas y dimensiones (resto vehículos)	-
	Salientes exteriores de las cabinas	-
	Colisión frontal	96/79/CE
	Colisión lateral	96/27/CE
	Protección delantera contra el empotramiento	-
	Dispositivo de visión indirecta	2003/97/CE
	Sistemas de protección delantera	2005/66/CE
	Resistencia mecánica a la estructura	-
	Protección de peatones	2003/102/CE

Taula 8. Modificació o incorporació de elements en el exterior del vehicle.
(Font: Manual de reformes de vehicles)

9.1	Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización	
	Reglamentación aplicable	
	Parásito radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE
	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización	76/756/CEE
	Catadióptricos	76/757/CEE
	Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna	76/758/CEE
	Indicadores de dirección	76/759/CEE
	Dispositivos de alumbrado de la placa de matrícula posterior	76/760/CEE
	Proyectores (incluidas las lámparas)	76/761/CEE
	Luces antiniebla delanteras	76/762/CEE
	Luces antiniebla traseras	77/538/CEE
	Luces de marcha atrás	77/539/CEE
	Luces de estacionamiento	77/540/CEE
	Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE
	Limpia y lava proyectores	Reglamento CEPE/ONU 45R
	Señalización de vehículos pesados y largos	-
	Luces de circulación diurna	Reglamento CEPE/ONU 87R
	Luces de posición lateral	Reglamento CEPE/ONU 91R
	Señalización de vehículos pesados y largos	-
	Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS	CEPE/ONU 123R

Taula 9. Addició d'elements, dispositius o sistemes d'enllumenat i senyalització.
(Font: Manual de reformas de vehículos)

1.3 Característiques del vehicle abans i després de la reforma

GRUP	DENOMINACIÓ	ABANS DE LA REFORMA	DESPRÉS DE LA REFORMA
IDENTIFICACIÓ	Marca	SUZUKI	
	Tipus/variant/versió	ETDO1V/D01V	
	Denominació comercial	VITARA D01V	
	Categoria del vehicle	1033 TURISMO,TOT TERRENY	
	Nom fabricant del vehicle de la base	SUZUKI	
	Nom fabricant de l'última fase de fabricació	SUZUKI	
	Emplaçament placa del fabricant	VANO MOTOR	
	Part fixa Vin	JSAETD01V00	
	Nº bastidor	JSAETD01V00126246	
	Emplaçament número identificació del vehicle	TRAVESSER LATERAL DRET	
VEHICLE BASE	Número d'homologació / Data	B-1804 / 22 DE JUNY DE 1993	
VEHICLE COMPLETO	Número d'homologació / Data	B-1804 / 22 DE JUNY DE 1993	
CONSTITUCIÓ GENERAL	Nº de eixos i rodes	2 / 4	
	Eixos motrius	DAVANTER-POSTERIOR	
MASSES I DIMENSIONS	Distància entre eixos 1º (mm)	2480	2480
	Ample de vies dels eixos davanter / posterior (mm)	1395 /1400	1495 / 1500
	Longitud (mm)	4030	4090
	Amplada (mm)	1635	1750
	Altura (mm)	1700	1800
	Voladís posterior (mm)	865	865
	Massa vehicle en ordre de marxa	1195	1320
	Massa màxima en càrrega tècnicaament admissible (MTMA) (kg)	1650	1650
	Massa màxima en càrrega admissible matriculació/circulació (MMA) (kg)	1650	1650
	Massa màxima en càrrega tècnicaament admissible per eix (MTMA 1, 2) (kg)	EJE 1 - 750 / EJE 2 - 1000	EJE 1 - 750 / EJE 2 - 1000
	Massa màxima tècnicaament admissible del conjunt (MMTC) (kg)	3300	3300
	Massa màxima remolcable tècnicaament admissible del vehicle a motor, en cas de:		
	Remolc amb barra de tracció (kg)	1500	1500
	Remolc d'eix central (kg)	1500	1500

	Massa màxima del remolc sense frens (kg)	620	620
	Càrrega vertical estàtica/massa màxima tècnicament admissible en el punt d'acoblament	NO APLICA	NO APLICA
UNIDAD MOTRIU	Fabricant o marca del motor	SUZUKI	SUZUKI
	Codi assignat pel fabricant del motor	G16B	G16B
	Motor de combustió interna	SI	SI
	Principi de funcionament	GASOLINA	GASOLINA
	Número i disposició dels cilindres	4 EN LINIA	4 EN LINIA
	Cilindrada (cm ³)	1590	1590
	Tipus de combustible o font d'energia	GASOLINA	GASOLINA
	Potència neta màxima (kW) a (min ⁻¹)	70,6	70,6
	Motor elèctric pur (si/no)	NO APLICA	NO APLICA
	Potència màxima per hora	NO APLICA	NO APLICA
TRANSMISSIÓ	Tipus (Mecànica/Hidràulica/Elèctrica/etc...)	MECÀNICA	MECÀNICA
	Caixa de canvis (tipus)	MANUAL	MANUAL
	Nº relacions	5+1 MARXA ENRERA	5+1 MARXA ENRERA
SUSPENSÍO	Breu descripció del tipus de suspensió davantera i posterior	EIX DAVANTER MCPHERSON INDEPENDENT AMB MOLLES / EIX POSTERIOR RÍGID AMB MOLLES	EIX DAVANTER MCPHERSON INDEPENDENT AMB MOLLES / EIX POSTERIOR RÍGID AMB MOLLES
	Pneumàtics i rodes (Característiques principals)	4 - 195R15	4 - 235/75R15 104/101Q CODIFICACIÓ POR
DIRECCIÓ	Direcció, Tipus d'assistència	HIDRÀULICA	HIDRÀULICA
FRENADA	Breu descripció del sistema de frenada	EIX DAVANTER DISCOS MACISSOS / EIX POSTERIOR DE TAMBOR	EIX DAVANTER DISCOS MACISSOS / EIX POSTERIOR DE TAMBOR
	ABS (si/no)	NO	NO
CARROSSERIA	Tipus de carrosseria (segons apartat C de l'annex II de la directiva 2007/46)	BASTIDOR INDEPENDENT AMB CARROSSERIA	BASTIDOR INDEPENDENT AMB CARROSSERIA
	Dispositius de visió indirecta diferents dels retrovisors	2 EXTERIORS	2 EXTERIORS
	Número i disposició de les portes	4 + PORTA MALETER	4 + PORTA MALETER

	Número de places de seients (inclòs el conductor)	5	5
	Número d'homologació CE del dispositiu d'acoblament	NO APLICA	NO APLICA
	Sistema de protecció davantera: SI/NO. Detalls dels dispositius en cas de disposar d'ells	NO	NO
DISPOSITIUS ENLLUMENAT I SEÑALITZACIÓ LLUMINOSA	Dispositius obligatoris (Número)	NO APLICA	NO APLICA
	Dispositius facultatius (Número)	NO APLICA	NO APLICA
VARIS	Velocitat màxima	NO CONSTA	NO CONSTA
	Nivell de soroll parat (dB(A) a min^{-1})	85dBA a 3000 min^{-1}	85dBA a 3000 min^{-1}
	Nivell de emissions segons normativa EURO	NO CONSTA	NO CONSTA
	Emissions de CO ₂ (cicle mixt)(g/km)	NO CONSTA	NO CONSTA
	Potència fiscal (CVF)	11,61	11,61
	Observacions	NO APLICA	NO APLICA
	Opcions inclosos en homologació tipus	NO APLICA	NO APLICA

Taula 10. Característiques del vehicle abans i després de la reforma

1.4 Descripció de les reformes

En aquest apartat s'inclouran totes les reformes realitzades especificant els processos de muntatge, desmuntatge, variacions o substitucions, i els materials utilitzats en aquestes reformes.

1.4.1 Reubicació de la matrícula davantera

S'ha procedit a substituir la matrícula original de 52x11cm per una de 34x11cm i a més a més s'ha procedit a reubicar-la degut a la substitució del para-xocs davanter i en aquest s'ha ubicat a la part superior dreta d'aquest si observem el vehicle des de la part frontal.

1.4.2 Conduïda d'admissió elevat (snorkel)

Es procedeix a instal·lar un snorkel en la part exterior prèvia al filtre d'admissió del motor per tal d'evitar l'entrada d'aigua i pols al mateix en ambients agressius. El snorkel es situa en el lateral esquerre i està fabricat en plàstic ABS. Aquest pren l'aire des d'una alçada propera al sostre fins l'admissió entrant per l'aleta davantera esquerra, de forma que evitem aspirar aire des del pas de roda (ubicació de l'entrada original, zona en que aspira una gran quantitat de pols).

La instal·lació del snorkel no interfereix en el camp de visió del conductor i no altera el sistema de filtrat i admissió d'entrada del comburent a la cambra d'admissió del vehicle. Recalcar que el diàmetre del snorkel té el mateix diàmetre que el conduïda d'admissió original.

El snorkel que s'ha muntat és de la marca PLASMA4x4 i en concret el model VITARA IZQ.

1.4.3 Substitució de rodes

1.4.3.1 Variació de diàmetre

Es procedeix a la instal·lació de llantes i pneumàtics diferents a les originals de forma que el diàmetre es veu afectat en més d'un 3%, el qual determina el marge d'equivalència sense haver d'homologar tal i com s'estipula en la directiva 92/23/CEE:

Diàmetre conjunt roda i llanta d'origen:

$$D_{ext\ AR} = D_{llanta\ AR} + 2 * A_{neumàtic\ AR} * \% \text{ perfil en relació } A_{DR}$$

$$D_{ext\ AR} = 381 + 2 * 195 * 0.8 = 693mm$$

Diàmetre conjunt roda i llanta modificades:

$$D_{ext\ DR} = D_{llanta\ DR} + 2 * A_{neumàtic\ DR} * \% \text{ perfil en relació } A_{DR}$$

$$D_{ext\ AR} = 381 + 2 * 235 * 0.75 = 733.5mm$$

ESPECIFICACIONS	ABANS DE LA REFORMA	DESPRÉS DE LA REFORMA
LLANTA	5,5"x15"	7"x15"
PNEUMÀTICS	195R15	235/75R15
OFFSET	+25	-25
Ø TOTAL	693mm.	733,5mm.
CÓDI VELOCITAT	---	Q
INDEX DE CÀRREGA	---	104/101

Taula 11. Modificacions en llantes i pneumàtics

El percentatge de variació del diàmetre quedarà definit per la següent equació:

$$\Delta\varnothing_{ext} = \left(1 - \frac{633.5}{733.5}\right) * 100 = 5,52 \%$$

S'ha comprovat que no existeix interferència entre les rodes i cap element de la carrosseria en totes les possibles utilitzacions del vehicle.

S'ha procedit a ajustar el velocímetre al nou diàmetre de la roda instal·lada.

Cal indicar que la variació de l'amplada del pneumàtic, també ha obligat a substituir les llantes per unes de més amples per tal de poder muntar-los sense córrer el risc de desllantar.

Segons el fabricant de neumàtics *Cooper Tires*, per un pneumàtic 235/75 R15, l'ample de la llanta ha de ser com a mínim 6", per tant amb la llanta d'origen es corre el risc de desllantar.

S'ha comprovat el mercat d'accessoris tot terreny i l'opció òptima ha estat una llanta de 7", ja que es troba just en el centre del rang establert per *Cooper Tires*, el qual es troba entre 6 i 8 polzades.

1.4.3.2 Variació de l'ample de vies

La substitució de les llantes originals també implica una modificació en l'ample de vies degut a la variació de la posició del pla de collada de la roda respecte el centre de llanta. La distància que determina el pla de collada de la llanta es denominat *offset* o bé *ET*.

A partir de la figura mostrada a continuació, es podrà apreciar d'una forma gràfica on es troba el pla de collada de la llanta i quin sentit determina un *offset* positiu o bé negatiu:

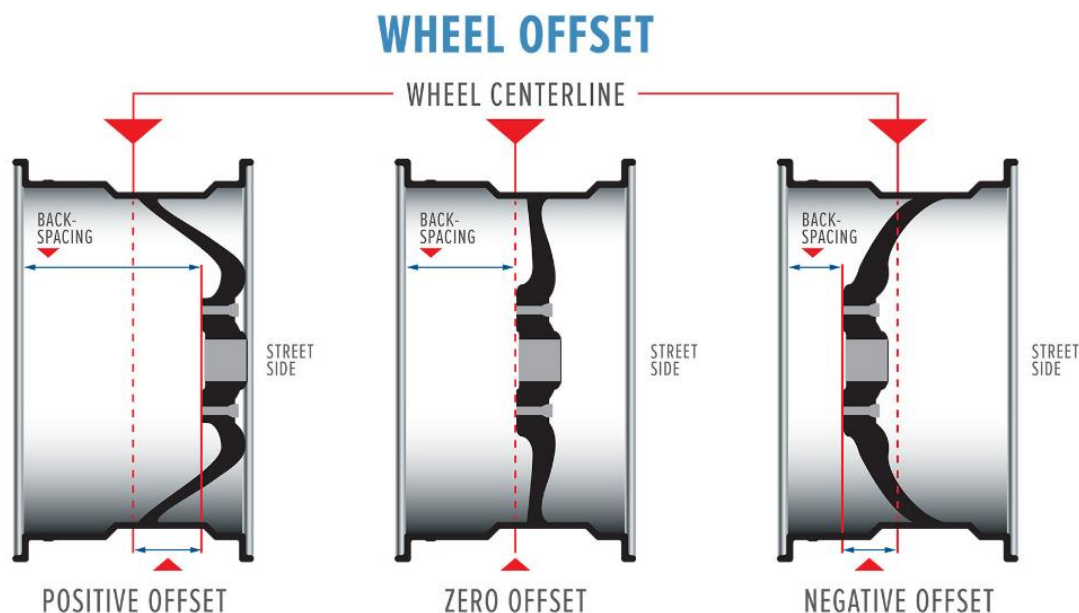


Figura 1: Desplaçament del pla de collada respecte el centre de la llanta
(Font: Tires Les Schwab-What is wheel offset)

Es pot apreciar que si es desplaça el pla de collada cap al exterior del vehicle, es reduirà el ample de vies, mentre que si es desplaça cap al interior, augmentarà l'ample de vies.

Per tal de determinar el creixement de l'ample de vies, es revisarà la diferència respecte els plans de collada de la llanta d'origen i la muntada en la reforma.

$$\Delta \text{ Ample de vies} = (ET_{\text{llanta d'origen}} - ET_{\text{llanta nova}}) * 2$$

$$\Delta \text{ Ample de vies} = (25 - (-25)) * 2 = 100\text{mm}$$

D'aquesta forma, es pot determinar els amplex de vies en el eixos davanter i posterior:

$$\text{Ample de vies eix davanter} = A_{\text{origen eix davanter}} + \Delta \text{ Ample de vies}$$

$$\text{Ample de vies eix davanter} = 1395 + 100 = \mathbf{1495\text{mm}}$$

$$\text{Ample de vies eix posterior} = A_{\text{origen eix posterior}} + \Delta \text{ Ample de vies}$$

$$\text{Ample de vies eix posterior} = 1400 + 100 = \mathbf{1500\text{mm}}$$

1.4.4 Variació en el sistema de suspensió

S'ha procedit a instal·lar varis elements que afecten al sistema de suspensió original. S'ha procedit a substituir les molles, s'han muntat uns suplements entre molla i carrosseria, tant en el eix davanter com en el posterior, s'han substituït els trapezis davanters, el trapezi posterior, els tirants posteriors i els suports dels amortidors, tant davanters com posteriors, així com la inclusió de cargols que permeten realitzar un ajust de l'angle de caiguda de les rodes.

El fet d'augmentar l'alçada del vehicle, implica que la vàlvula de fre posterior detecti que el vehicle està descarregat i conseqüentment, no envia tanta pressió als tambors de fre posteriors. Per tant, s'ha realitzat la substitució del triangle posterior per tal de complir amb la directiva de frenada 71/320/CEE i mantenir el punt d'ajust de la vàlvula de fre posterior, de forma que s'han compensat els 8cm d'augment d'alçada del sistema de suspensió.

La substitució dels tirants posteriors s'ha realitzat per tal de mantenir l'angle de treball dels tirants originals i no forçar-los en situacions límit del recorregut de la suspensió. També varia la geometria d'aquests per tal d'evitar el contacte de possibles pedres.

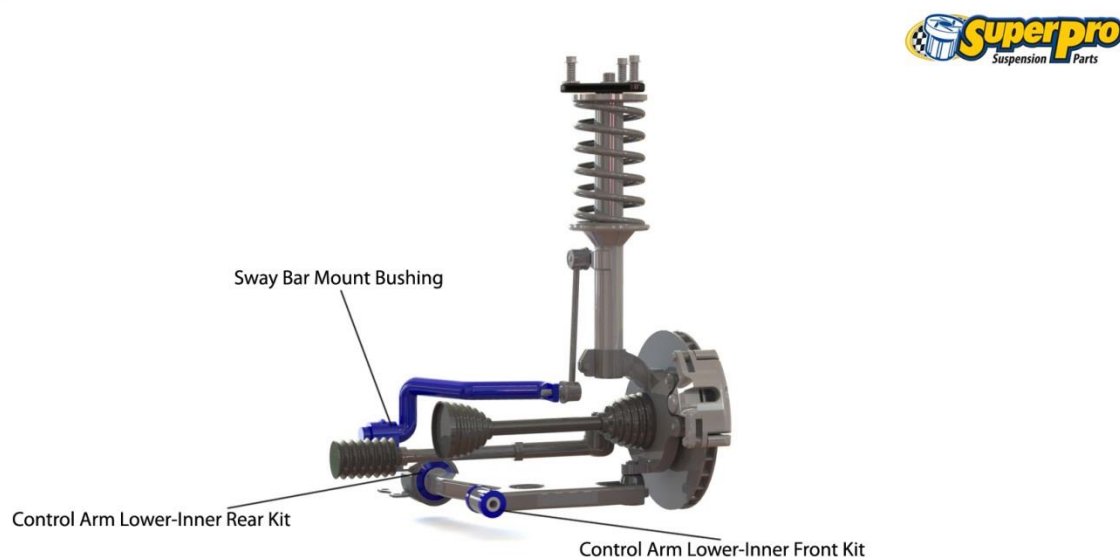
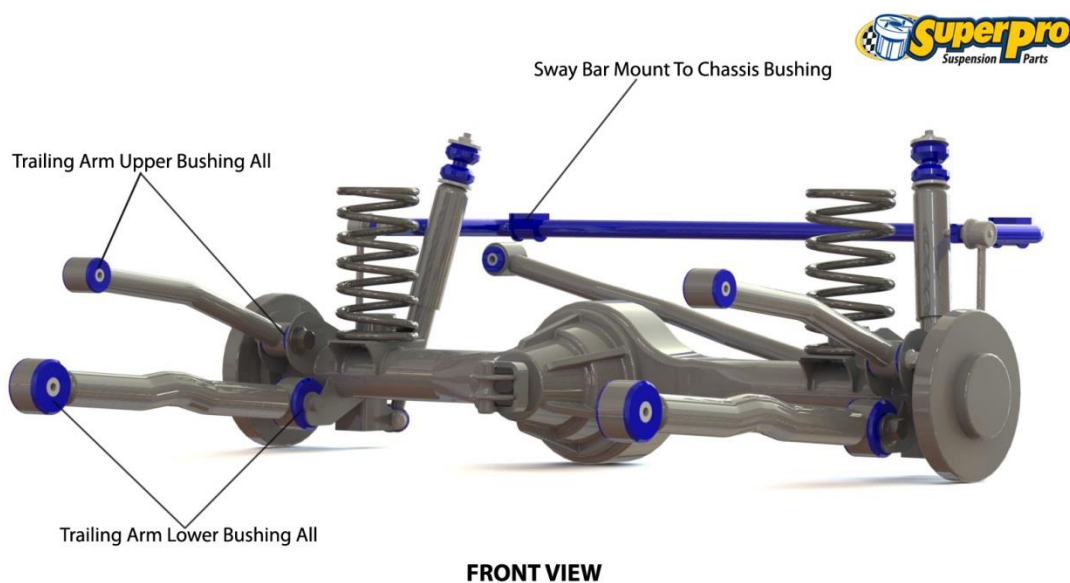


Figura 2. Sistema de suspensió davanter
(Font: SuperPro Suspensions Parts)



FRONT VIEW
Figura 3. Sistema de suspensió posterior
(Font: SuperPro Suspensions Parts)

1.4.4.1 Desmuntatges realitzats (elements eliminats):

- Molles davanteres i posteriors originals
- Trapezis davanterers
- Tirants posteriors
- Triangle d'articulació posterior

1.4.4.2 Variacions i substitucions (elements muntats):

- Molles de la marca **Jimnybits** amb referència **3950** a l'eix davanter i referència **3320** a l'eix posterior.
- Suports del amortidors posteriors de la marca **Jimnybits** amb referència **VITRSR**.
- Suports dels amortidors davanterers de la marca **Jimnybits** amb referència **vit-ss-plate**.
- Suplements en les molles davanteres de la marca **Superpro4x4** amb referència **SPF1735-15K**.
- Suplements en les molles posteriors de la marca **Superpro4x4** amb referència **SPF1028-5K**.
- Cargols per tal d'ajustar l'angle de caiguda de la marca **Superpro4x4** amb referència **SPF4351-12K**.
- Trapezis davanterers de la marca **HM4x4** amb referència **0035**.
- Trapezi posterior de la marca **HM4x4** amb referència **0036**.
- Tirants posteriors de la marca **HM4x4** amb referència **0034**.

1.4.4.3 Materials utilitzats i muntatges realitzats

Com bé s'indica, s'ha realitzat el muntatge de tots els elements indicats anteriorment (veure espediment punt anterior), els quals augmenten l'alçada del vehicle en 8cm.

Si es suma l'augment d'alçada originat per el canvi de pneumàtics i el sistema de suspensió l'alçada del vehicle serà de:

$$Altura\ total = Altura\ original + \Delta h_{rodes} + \Delta h_{suspensió}$$

$$Altura\ total = 1700 + 20 + 80 = \mathbf{1800\ mm}$$

Les cotes del sistema de direcció no es veuen afectades per les reformes realitzades en el sistema de suspensió.

No existeixen interferències entre les rodes i la carrosseria en tots els usos del vehicle.

1.4.5 Modificacions de carrosseria

Es tracta d'un conjunt de peces realitzades en xapa amb un espessor mínim de 3 mm en el para-xocs i plàstic ABS amb un espessor mínim de 2 mm en els aletins. L'enginyer projectista ha comprovat que tot està realitzat amb formes suaus respectant el reglament 26 de sortints exteriors i la normativa referent a la resistència a la corrosió.

1.4.5.1 Substitució del para-xocs davanter

Substitució del para-xocs davanter per un de fabricació artesanal. La superfície d'aeració d'aquest és de 1500 cm², igual que de la del original.

En l'apartat de càlculs es verifica que el para-xocs substituït és d'una resistència igual o superior que l'original.

Les variacions en la geometria del para-xocs, a més a més de la substitució de la roda de recanvi per una amb la mateixa llanta i pneumàtic muntats després de la reforma, impliquen una variació en la longitud del vehicle:

$$\text{Longitud després de la reforma} = 4030 + 60 = \mathbf{4090mm}$$

Es mantenen accessibles els ganxos de remolcat original.

Els elements instal·lats disposen d'un radi de curvatura superior a 5mm.

1.4.5.2 Muntatge d'aletins davanters i posteriors

Col·locació d'aletins davanters i posteriors en plàstic ABS de la marca PROMYGES4X4 amb referència SV50212. La instal·lació dels aletins s'ha realitzat complint la directiva 91/226/CEE.

Per tal d'assegurar que el sistema anti-projecció compleix la seva funció, s'ha comprovat que tots els paràmetres definits en el següent esquema es troben dintre dels marges establerts:

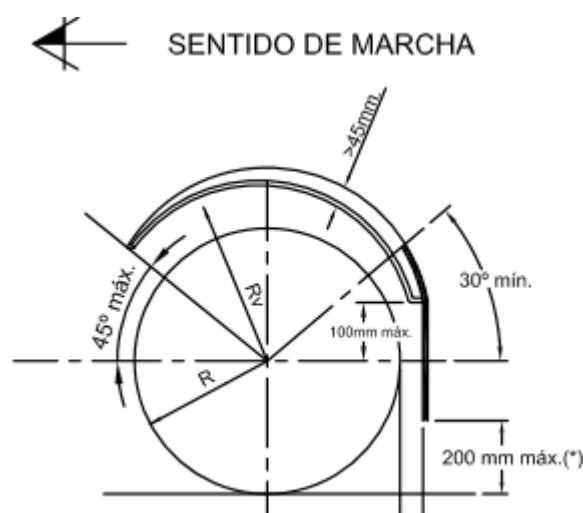


Figura 4. Esquema pas de roda
Font: Directiva 91/226/CEE

Recalcar que no s'ha trobat cap interferència a causa de l'adaptació dels passos de roda i s'han respectat les normes vigents per a aquest procés.

Degut al muntatge dels aletins, els quals son obligatoris després d'haver eixamplat l'ample de vies mitjançant la substitució de les llantes, l'amplada total del vehicle s'ha vist incrementada. Mitjançant una operació de mesura s'ha determinat que el l'ample de vies és de:

Amplada total (mm): 1750

Constatar que els elements instal·lats disposen d'un radi de curvatura superior a 2,5 mm.

1.4.6 Instal·lació de fars

S'ha realitzat la instal·lació de projectors de llarg abast i antiboira segons la directiva 76/756/CEE.

S'ha instal·lat un conjunt de 2 projectors de llarg abast amb 30 punts de llum cadascun d'ells. Sumant els 17,5 punts de llum de cadascun dels fars de llarg abast d'origen en el vehicle, s'obté una suma total de 95 punts de llum i per tant no es sobrepassaria el límit de 100 punts.

Nomenclatura de les barres led de llarg abast

MARCA: LED4X4

REF: LD-100W-HR30

Nº HOMOLOGACIÓ: 01/HRPL-E13-34491-30

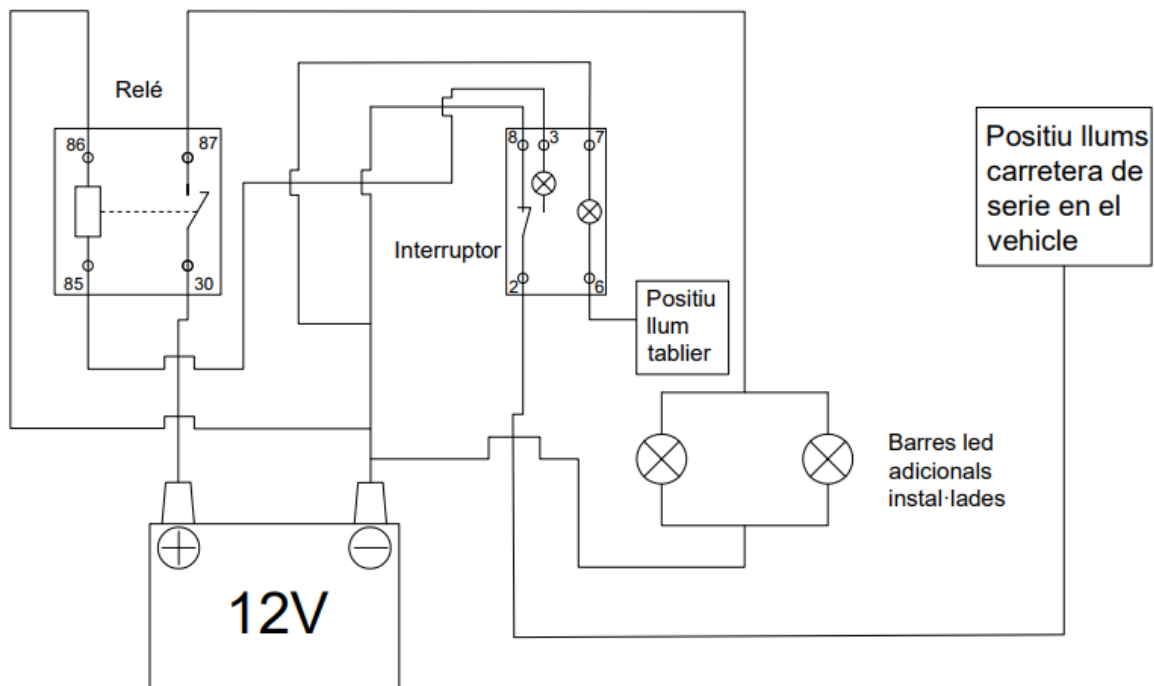


Figura 5. Instal·lació elèctrica barres led addicionals

S'ha instal·lat un conjunt de 2 projectors de boira amb dos codis gravats a la superfície.

Nomenclatura dels projectors antiboira davanters

MARCA: HELLA (FF 50)

REF: 1NA.1185

Nº HOMOLOGACIÓ: 02B-E1-1209

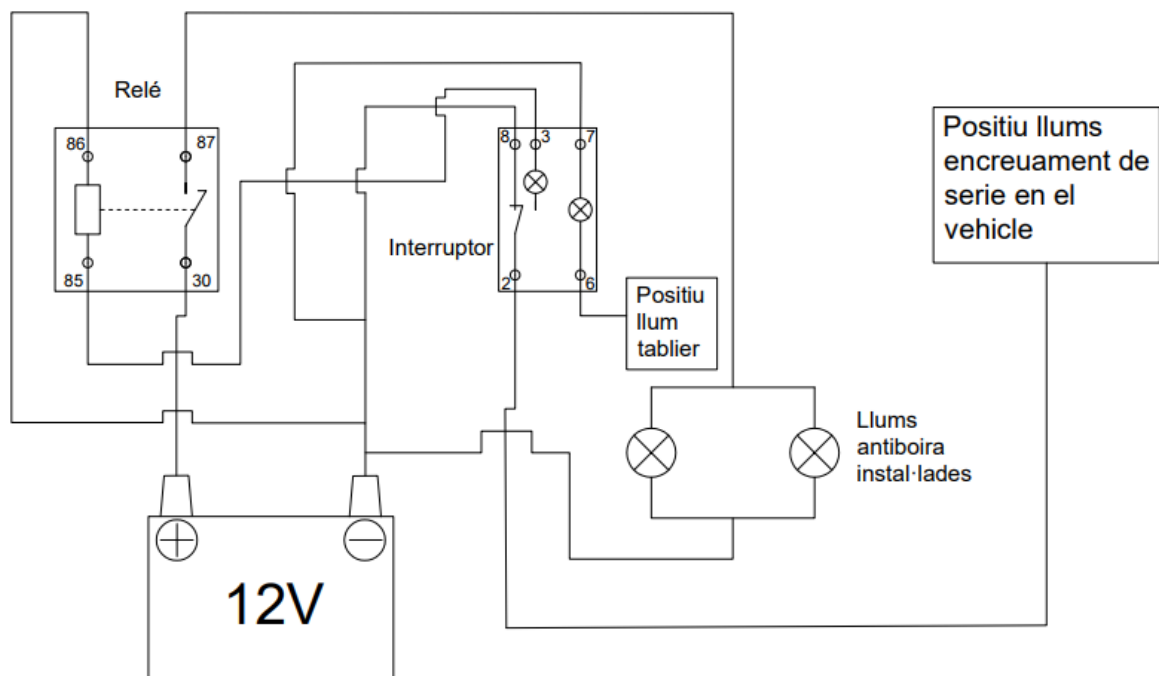


Figura 6. Instal·lació elèctrica llums antiboira

2. CÀLCULS JUSTIFICATIUS

2.1 Hipòtesis de càlculs

- **Estudi de repartició de càrregues**

La resistència de la carrosseria és igual a l'original, donat que no s'ha modificat cap element estructural.

Per a l'estudi d'esforços de cisallament es considera l'estructura del vehicle com una biga simple recolzada en dos punts articulats, sent un d'ells mòbil.

Per a l'estudi de flectors es considera una repartició de càrregues uniforme que és degut al pes total estès a tota la longitud del vehicle.

- **Estudi de càrregues en els suports**

Es consideren els esforços sobre els rodaments, donat que son la peça més crítica dins del tren de rodada. Es realitzen els càlculs amb el nou ample de via.

No es considera un sobreesforç en els cargols donat que aquest acoblament és suficientment rígid i estable per no veure's afectat per les càrregues que apareixen, ja que cada cargol per si sol és capaç de suportar càrregues de l'ordre de 1000 kg a tracció.

En els càlculs, s'utilitza com a massa màxima la suma de les màximes per eixos. L'altura del centre de gravetat H , es determinarà experimentalment mitjançant operacions de pesatge del vehicle. No es pot constatar que l'augment d'altura del centre de gravetat és la diferencia entre l'altura inicial i la final, ja que s'han afegit components per sota de l'eix horitzontal descrit per el CDG. La posició respecte l'ample de vies, es considera centrada.

Per al càlcul de la càrrega equivalent dels rodaments, s'utilitza com a càrrega radial la major de les observades. S'utilitza com a càrrega axial la que apareix en la roda exterior en corba, majorada amb la càrrega axial deguda al flector que produeix la càrrega radial al ser modificat el seu punt d'acció. Es considera un flector zero per a l'ample de vies originals i que l'increment d'ample de vies partit per dos es el braç que fa aparèixer aquesta càrrega extra.

2.2 Estudi de repartició de càrregues

A continuació es determinarà la repartició de càrregues existent en el vehicle (conductor + acompanyant + 3 places posteriors + càrrega útil) en cada un dels eixos.

Per realitzar la comprovació de les càrregues per eix, s'analitzaran les càrregues per separat, comprovant posteriorment que les càrregues suportades per cada eix estan dintre dels paràmetre màxims permesos per al vehicle.

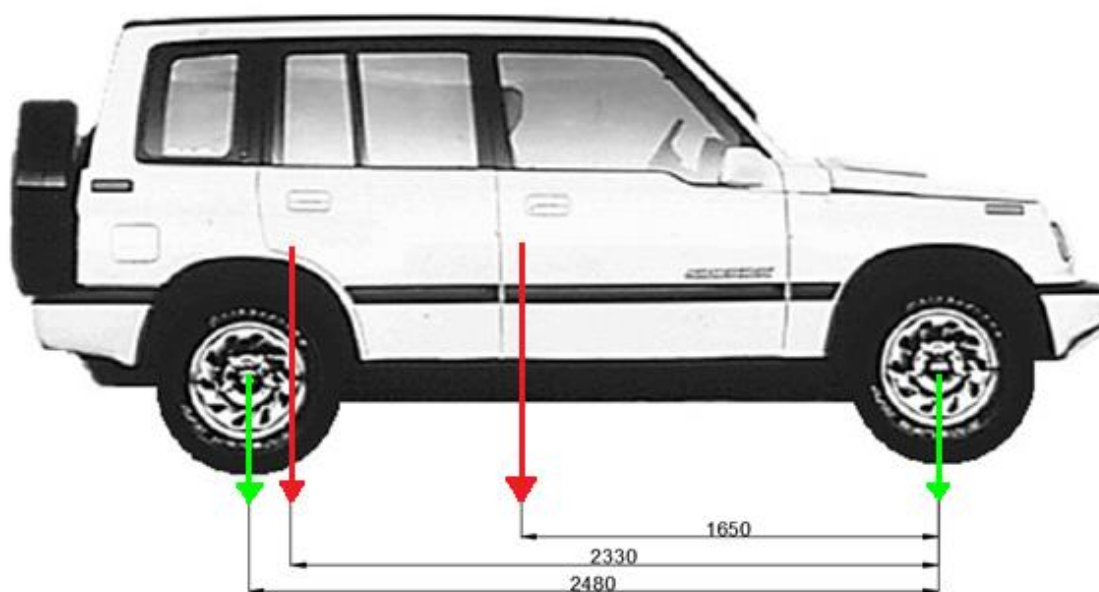


Figura 7. Esquema repartició càrregues

Tenint en compte que el pes de cada passatger serà de 75 kg, tal i com està contemplat en el punt 2.6.2.1 de la directiva 2007/46/CE, les forces generades pel pes dels ocupants del vehicle en cada un dels eixos quedaran definides mitjançant les següents equacions:

Forces generades pels ocupants de la primera fila de seients (pilot i copilot)

$$F_{pd} = 75 \text{ kg} \times 2 \text{ passatgers} = 150 \text{ kg}$$

$$F_{pd \text{ eix } 1} = 150 \text{ kg} * \left(1 - \frac{1650 \text{ mm}}{2480 \text{ mm}}\right) = 50,2 \text{ kg}$$

$$F_{pd\text{eix } 2} = 150\text{kg} * \left(\frac{1650\text{mm}}{2480\text{mm}}\right) = 99,8 \text{ kg}$$

Forces generades pels ocupants de la segona fila de seients (3 passatgers)

$$F_{pt} = 75 \text{ kg} \times 3 \text{ passatgers} = 225 \text{ kg}$$

$$F_{pd\text{eix } 1} = 225\text{kg} * \left(1 - \frac{2330\text{mm}}{2480\text{mm}}\right) = 13,6 \text{ kg}$$

$$F_{pd\text{eix } 2} = 225\text{kg} * \left(\frac{2330\text{mm}}{2480\text{mm}}\right) = 211,4 \text{ kg}$$

En aquest cas, no disposem de cap fila de seients més, per tant, només quedarà pendent definir la càrrega útil que serà possible transportar en el vehicle.

Aquest valor es determinarà una vegada realitzat el pertinent estudi de càrregues, tenint en compte la tara del vehicle i les forces generades pels ocupants.

Abreviatura	Concepte	Força total	Força sobre l'eix 1	Força sobre l'eix 2
F_{pd}	Força passatgers davanters	150	50,2	99,8
F_{pt}	Força passatgers posteriors	225	13,6	211,4
F_{pm}	Força passatgers 3 ^a fila	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
C_m	Càrrega útil maleter	PENDENT	PENDENT	PENDENT

Taula 12. Càrregues generades pels ocupants

En l'operació de pesatge del vehicle buit realitzada mitjançant la bàscula GIROPES GI308-Pe amb número de sèrie 42342 en el centre *ITEVELESA* de Sant Fruitós de Bages, s'ha determinat que la tara del vehicle és de 680 kg en l'eix davanter i 640 kg en l'eix posterior.

Realitzant l'estudi de càrregues i aplicant el 3% de marge de tolerància estipulat en el punt 2.2 de l'apèndix 2 de la directiva 2007/46/CE, podem determinar que les masses del vehicle queden dintre dels marges definits.

<i>Esforços (kg)</i>	<i>En l'eix 1 (F1) (kg)</i>	<i>En l'eix 2 (F2) (kg)</i>	<i>Σ Esforços totals</i>
Tara	680	640	1320
Força passatgers davanters (F_{pd})	50,2	99,8	150,0
Força passatgers posteriors (F_{pt})	13,6	211,4	225,0
Força passatgers maleter (F_{pm})	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Càrrega útil maleter (C_m)	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Σ esforços per eix (kg)	743,8	951,2	1695
M.M.A	750	1000	1650
M.M.A aplicant 3% de tolerància	772,5	1030	1699,5
Marge d'esforços teòric	6,2	48,8	-49,5
Marge de esforços aplicant 3% tolerància	28,7	78,8	4,5

Taula 13. Estudi de càrregues

Una vegada determinades les càrregues existents en cada eix, es determina una càrrega per als accessoris complint amb els paràmetres anteriorment indicats.

El valor màxim d'aquesta càrrega útil que es podrà transportar, serà de 4,5 kg.

2.3 Estudi del kit de suspensions

S'ha substituït les molles helicoïdals davanteres i posteriors anteriorment referenciades. A continuació, s'indiquen les característiques tècniques dels elements instal·lats, així com la variació del comportament d'aquests respecte la configuració de sèrie.

Per tal de determinar la rigidesa de la molla i el tallant màxim, s'utilitzaran les següents equacions:

- Càlcul de la rigidesa de la molla

$$K = \frac{Gd^4}{8ND^3}$$

G= mòdul d'elasticitat transversal

D= diàmetre mig d'enrotllament de la molla

d= diàmetre de l'espira

N= número d'espires

- Càlcul del tallant màxim

$$\tau = \frac{8PD}{\pi d^3} \cdot \left(\frac{4\left(\frac{D}{d}\right) - 1}{4\left(\frac{D}{d}\right) - 4} + \frac{0.615}{\left(\frac{D}{d}\right)} \right)$$

P= càrrega en l'eix longitudinal de la molla suposada de 1 kg

D= diàmetre mig d'enrotllament de la molla

d= diàmetre de l'espira

K_w=Factor de Wahl

$$K_w = \left(\frac{4\left(\frac{D}{d}\right) - 1}{4\left(\frac{D}{d}\right) - 4} + \frac{0.615}{\left(\frac{D}{d}\right)} \right)$$

	MOLLES DAVANTERES		MOLLES POSTERIORIS	
	<i>Originals</i>	<i>Nous</i>	<i>Originals</i>	<i>Nous</i>
	Dades			
D (mm)	110	110	100	100
d (mm)	14,5	15	11,25	11,75
N	10	10	9	10
P (kg)	1	1	1	1
G (kg/mm ²)	8500			
K' (kg/mm)	3,53	4,04	1,89	2,03
K _w	0,93	1,20	1,16	1,17
τ_{\max} (kg/mm ²)	0,09	0,10	0,21	0,18

Taula 14. Estudi del kit de suspensions

S'observa que la rigidesa de les molles, tant davanteres com posteriors, és superior a 1 (coeficient de rigidesa mínim) i que l'increment de rigidesa d'aquestes respecte les d'origen no supera un 25%.

El valor de ***h***, vindrà donat per la següent fórmula:

$$h = \frac{P \cdot (R \cdot \tan \omega + b) - P_C \cdot (a + b)}{P \cdot \tan \omega}$$

Per tant, per tal de poder trobar la altura del CDG, serà precis determinar els valors de ***a*** i ***b***.

Per a la obtenció dels valors de ***a***, ***b*** i ***h***, es requereix dels valors especificats a continuació, obtinguts mitjançant la operació de pesatge.

- ***P***= 1650 Kg
- ***P_A***= 740 Kg
- ***P_B***= 910 Kg
- ***P_C***= 690 Kg
- ***P_D***= 960 Kg
- ***e***= 500 mm
- ***R***= 366'75 mm
- ***L***= 2480 mm

Els valors de ***a*** i ***b*** queden expressats per les següents equacions:

$$a = \frac{P_B}{P} \cdot L ; b = L - a$$

D'aquí es poden determinar els valor de ***a*** i ***b***:

- ***a***= 1367,76mm
- ***b***= 1112,24mm

L'angle d'inclinació del vehicle queda definit per els valors de ***e*** i ***L***, els qual determinen la tangent d'aquest.

$$\omega = \tan^{-1} \left(\frac{e}{L} \right) \rightarrow \omega = 11,40^\circ$$

Si es substitueixen els valors obtinguts en l'operació de pesatge i els càlculs mitjançant les equacions anteriorment descrites, el valor de ***h*** serà:

- ***h***= 739,45mm

En l'estudi de l'angle de bolcat, s'estipula que l'angle màxim en que es trobarà el vehicle serà de 30° , tot i que en carretera, aquest valor, no sol sobrepassar els 6° .

Mitjançant el següent esquema es pot determinar l'angle que determina l'estabilitat transversal del vehicle:

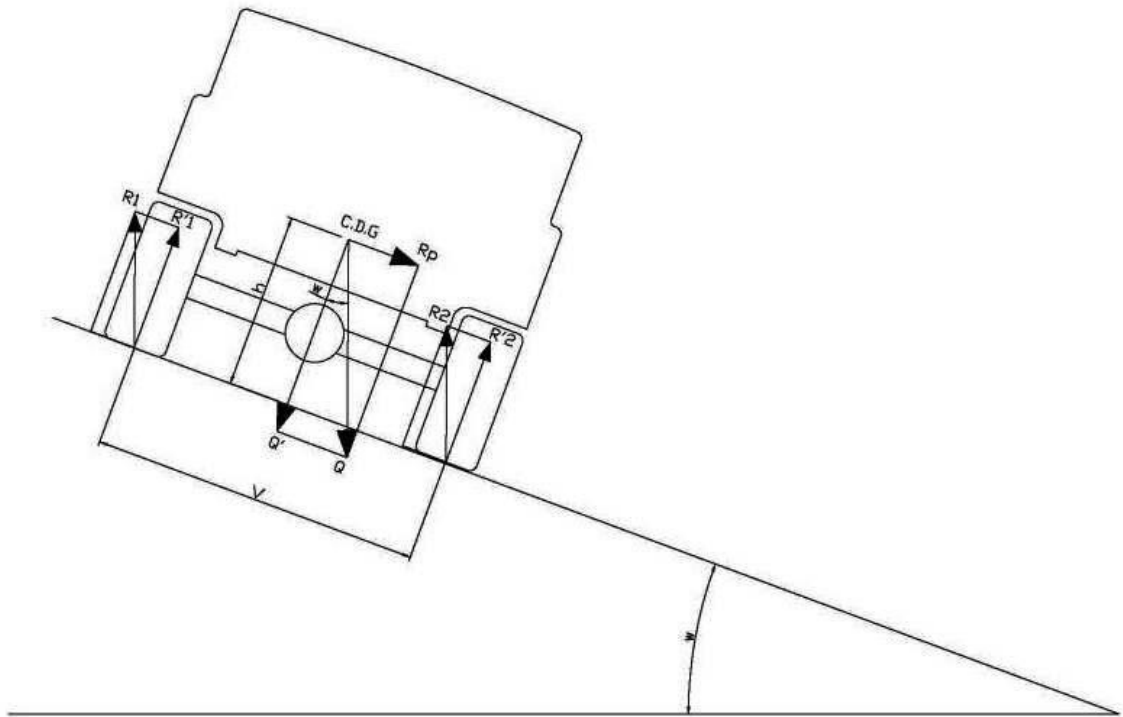


Figura 9. Esquema de càlcul de l'estabilitat transversal

On:

- **R_1 i R'_1** : càrrega total en les rodes del lateral esquerre del vehicle
- **R_2 i R'_2** : càrrega total en les rodes del lateral dret del vehicle
- **V_1** : ample de vies eix davanter
- **V_2** : ample de vies eix posterior
- **V** : ample de vies a utilitzar en el càlcul
- **CDG**: centre de gravetat
- **h** : altura del CDG
- **ω** : angle entre el pla inclinat i l'horitzontal

Tenint en compte que:

$$Q = R_1 + R_2$$

$$Q' = R'_1 + R'_2$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

Si es realitza el sumatori de moments en el punt de recolzament del vehicle, és a dir, en el punt 2:

$$R'_1 \cdot V - Q' \cdot \frac{V}{2} + R_P \cdot h = 0$$

$$R'_1 = \frac{Q' \cdot V - 2 \cdot R_P \cdot h}{2 \cdot V}$$

On:

$$Q' = Q \cdot \cos \omega$$

$$R_P = Q \cdot \sin \omega$$

En el punt en que el vehicle està a punt de bolcar, la força que exerceix el vehicle sobre el punt 1 tendeix a 0, per tant, la reacció en aquest punt també tendirà 0.

$$0 = \frac{Q \cdot \cos \omega \cdot V - 2 \cdot Q \cdot \sin \omega \cdot h}{2 \cdot V}$$

Simplificant l'equació, poden comprovar com moltes de les variables no intervenen en l'angle de bolcat del vehicle, ja que aquest tan sols està determinat per l'ample de vies i l'altura del centre de gravetat.

$$\frac{2 \cdot Q \cdot \sin \omega \cdot h}{2 \cdot V} = \frac{Q \cdot \cos \omega \cdot V}{2 \cdot V} \rightarrow \frac{\sin \omega}{\cos \omega} = \frac{V}{2 \cdot h} \rightarrow \omega = \tan^{-1} \left(\frac{V}{2 \cdot h} \right)$$

Sabent que:

$$h = 739,45 \text{ mm}$$

$$V = 1497,5 \text{ mm}$$

El valor de ω serà:

$$\omega = 45,36^\circ$$

2.5 Càlcul d'elements de carrosseria

Per comprovar que els elements modificats tenen la mateixa resistència o superior respecte als originals determinarem l'esforç de ruptura dels mateixos.

El para-xocs reformat s'ha acoblat respectant d'aquesta forma les fixacions originals del para-xocs a la carrosseria. En els croquis adjunts s'han assenyalat els punts de fixació a la carrosseria i el tipus d'unió utilitzada (cargols M12).

2.5.1 Para-xocs davanter

- Para-xocs davanter de sèrie

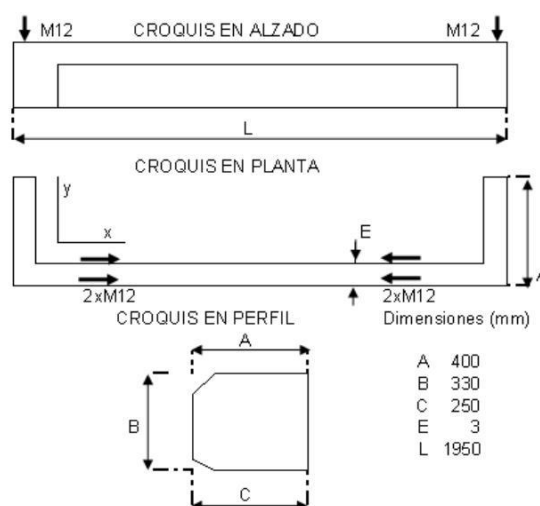


Figura 10. Alçat, planta i perfil del para-xocs davanter original

Dades del material utilitzat: PLÀSTIC ABS

Trt (Tensió ruptura a tracció) = 41 N/mm^2

Trf (tensió ruptura a flexió) = 68 N/mm^2

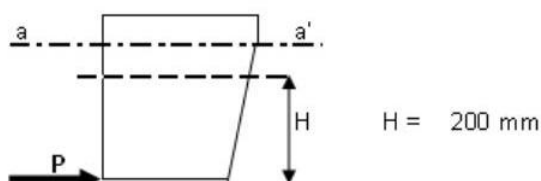


Figura 11. Distància aplicació esforç para-xocs original

Com a punt d'aplicació utilitzarem el punt mig de la biga metàl·lica existent com a suport del para-xocs original al xassís.

$$M = P \cdot h$$

$$Trf = \frac{M \cdot h}{I}$$

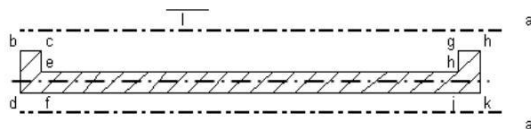


Figura 12. Inèrcies para-xocs original

$$I_{aa'} = I_{efhj}$$

$$I_{efhj} = \frac{L \cdot E}{12} = 4388 \text{ mm}^4$$

$$W_{aa'} = \frac{I_{efhj}}{E/2}$$

$$W_{aa'} = 2925 \text{ mm}^3$$

$$M = Trf \cdot W_{aa'} = 68 \cdot 2925 = 198900 \text{ Nmm}$$

$$M = p \cdot H \rightarrow P = \frac{198900}{200} = 995 \text{ N}$$

- Para-xocs davanter reformat

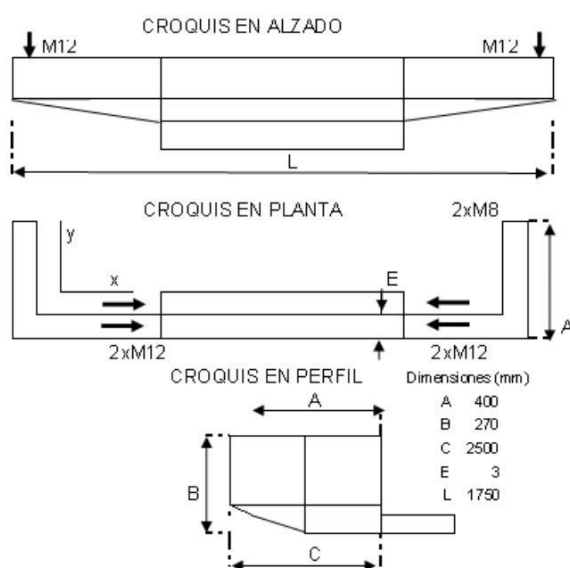


Figura 13. Alçat, planta i perfil del para-xocs davanter reformat

Dades del material utilitzat: Planxa d'alumini AW1050-H24

Trt (Tensió ruptura a tracció) = 130 N/mm^2 (MPa)

Trf (Tensió ruptura a flexió) = 120 N/mm^2 (MPa)

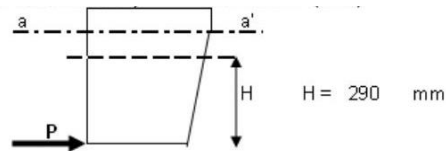


Figura 14. Distància aplicació esforç para-xocs reformat

$$M = P \cdot h$$

$$Trf = \frac{M \cdot h}{I}$$

z = Distància màxima fibra flexada

I = Inèrcia de la secció

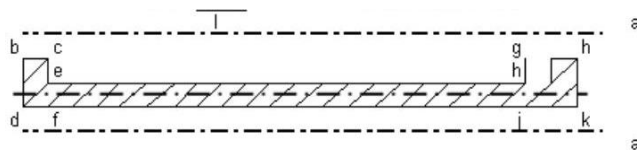


Figura 15. Inèrcies para-xocs reformat

$$I_{aa'} = I_{efhj}$$

$$I_{efhj} = \frac{L \cdot E^3}{12} = 3938 \text{ mm}^4$$

$$W_{aa'} = \frac{I_{efhj}}{E/2}$$

$$W_{aa'} = 2625 \text{ mm}^3$$

$$M = Trf_{afegit} \cdot W_{aa'}_{afegit}$$

$$M_{reformat} = 130 \cdot 2625$$

$$M_{reformat} = 341250 \text{ Nmm}$$

$$M = p \cdot H \rightarrow P = \frac{341250}{290} = 1177 \text{ N}$$

2.5.2 Resistència passos de roda davanters/posteriors

Els aletins estan fixats al lateral del vehicle amb 5 cargols de qualitat 8.8 de M4x15mm. Tal i com queda descrit en la normativa ISO898, el primer dígit de la qualitat determina la resistència a la ruptura del cargol, mentre que el segon dígit, indica el factor de correcció que determina el límit elàstic.

D'aquesta forma determinem que:

- Resistència a la ruptura: 800N/mm^2
- Límit elàstic: 640N/mm^2

Segons taules, se sap que l'àrea efectiva d'un cargol de M4 es de $8,785\text{ mm}^2$. Per tant l'esforç necessari de ruptura serà:

$$\sigma = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1\text{kg}}{9,81\text{N}} \cdot 8,785\text{mm}^2 = 716,41\text{kg}$$

Sabent que el pes dels aletins davanters és de $0,175\text{kg}$ i el posteriors de $0,160\text{kg}$. I que els aletins estan units amb 5 cargols cadascun d'ells, es pot determinar que la resistència de la unió és suficient.

3. PLEC DE CONDICIONS

3.1 Objecte i abast

El present plec de condicions tècniques constitueix el conjunt de normes i instruccions complementàries que s'han de donar en la construcció i l'ús del vehicle.

3.2 Qualitat dels materials emprats

Els elements de fixació disposen de qualitat mínima 8.8 disposant els elements de fixació de seguretat d'anclatges autoblocants per evitar la possible falta de parell de collada dels elements instal·lats.

3.3 Normativa aplicable

- Real Decret 866/2010, de 2 Juliol, pel que es regula la tramitació de les reformes d'importància dels vehicles de carretera.
- Real Decret 2822/1998, de 23 de Desembre, ple que s'aprova el reglament general de vehicles i modificacions posteriors.
- Norma DIN 1654 de laminat en fred per estirament.
- Reglament 26 de sortints exteriors.
- 76/756/CEE, de 27 de Juliol, sobre instal·lació dels dispositius d'enllumenat.
- Reglament 21 de condicionament interior.
- ACTES REGLAMENTARIS indicats en el present projecte apartat 1.2.

3.4 Certificats i execucions

Veure certificat fi d'obra i certificat de taller adjunt al expedient.

3.5 Taller executor

Taller JAUME FERRER, S.L., domiciliat a Manresa, província de Barcelona, Carrer de la Sèquia nº32-34, amb el número de telèfon 938732425, inscrit en el registre d'establiments industrials amb el número B59970137.

4. PRESSUPOST

El preu de la reforma citada anterior en el vehicle marca SUZUKI, TIPO ETD01V, variant ETD01V, denominació comercial VITARA, amb número d'identificació JSAETD01V00126246 i matrícula B9693OF puja a la quantitat aproximada de:

MATERIALS	2000 €
MÀ D'OBRA	1000 €
TOTAL	3000 €

A Manresa, el 27 de juny de 2017

Marc Navarro Majó

Col·legiat nº60134

Il·lustre Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya

5. CONCLUSIONS

A la vista de les dades aquí exposades, a judici del senyor Enginyer Industrial autor d'aquest estudi tècnic, es considera que son suficients per a donar a entendre la transformació realitzada en el vehicle citat en l'apartat 1.1 i 1.2.

Totes les reformes realitzades, en el vehicle marca SUZUKI, TIPO ETD01V, variant ETD01V, denominació comercial VITARA, amb número d'identificació JSAETD01V00126246 i matrícula B-9693-OF, compleixen la normativa vigent del Real Decret 866/10 (del 2 de juliol de 2010) sobre Reformes d'importància en Vehicles de Carretera i les seves ordres posteriors.

Que les reformes realitzades en el vehicle documentades pel present projecte no disminueix la seguretat del vehicle i medi ambient i s'ajusta en totes i cada una de les seves parts al Reglament general de vehicles, al reglament de reformes, Actes Reglamentaris d'aplicació, Reals Decrets, Ordres i demás disposicions complementàries que son d'aplicació.

A Manresa, el 27 de juny de 2017

Marc Navarro Majó

Col·legiat nº60134

Il·lustre Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya

6. CERTIFICAT FINAL

Marc Navarro Majó amb NIF 39389229G, Graduat en Enginyeria Mecànica amb número de col·legiat 60134 en el II-lustre Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, amb domicili del mateix a Via Laietana nº 39, 08003, Província de Barcelona.

CERTIFICA

Que sota la seva direcció facultativa s'han realitzat les reformes d'importància números: **1.3, 2.1, 4.4, 4.5, 5.1, 8.50, 8.51, 8.52, 9.1** en el vehicle marca SUZUKI, TIPUS ETD01V, variant ETD01V amb denominació comercial VITARA, amb número de identificació JSAETD01VD0126246 y matrícula B9693OF en el apartat 1.2 del projecte amb referencia IH.122-17.

Que s'han revisat tots els punts de l'apartat 7. S'han comprovat que tots ells son correctes, a judici de l'Enginyer autor del projecte.

Que el contingut en el projecte presentat no disminueix la seguretat del vehicle i medi ambient i s'ajusta en totes i cada una de les seves parts al Reglament general de vehicles, Actes Reglamentaris d'aplicació, Reals Decrets, Ordres i altres disposicions complementaries que son d'aplicació.

S'adjunten fotografies del vehicle reformat en l'apartat *8.4 Fotografies després de la reforma* dels ANNEXOS.

Totes les reformes compleixen el Real Decret 866/2010 de Juliol sobre reformes d'importància en vehicles de carretera i les seves ordres posteriors.

D'acord amb:

- La normativa vigent en matèria de reformes d'importància en vehicles.

- Les condicions de l'informe favorable, o en el seu cas, les normes del fabricant del vehicle aplicables a les reformes portades a terme en aquest.
- El Projecte Tècnic descriptiu adjunt a aquest certificat Ref. IHMMN.122-17 amb data 27 de juny de 2017 que consta de 63 pàgines numerades.
- Informe conformitat Ref. 5033038090022017 emès per APPLUS+, laboratori oficial acreditat en Espanya amb data 26 de juny de 2017.
- El compliment del decret RD 298/93 Art.9 en el que a muntatge de peces noves es refereix per a elements de suspensió, direcció i frenada.
- S'han efectuat la/es reforma/es en el vehicle referenciat, d'acord als actes reglamentaris aplicables a cada una/es d'ella/es i segons l'informe de conformitat, el projecte tècnic.

Que l'execució de la reforma ha estat realitzada en data 23 de juny de 2017 per l'empresa: JAUME FERRER, S.L., domiciliada a Manresa, província de Barcelona, Carrer de la Sèquia nº32-34, amb el número de telèfon 938732425, inscrit en el registre d'establiments industrials amb el número B59970137, estant recollides aquestes en el Real Decret 866/2010, de 2 de juliol, amb els números anteriorment indicats segons l'estudi tècnic efectuat per dur a terme la citada reforma, i per a que consti a efectes oportuns del que determina l'Article 4º, per dur a terme la citada reforma, expedit el **CERTIFICAT FINAL D'OBRA** que consta de 2 pàgines numerades.

A Manresa, el 27 de juny de 2017

Marc Navarro Majó

Col·legiat nº60134

Il·lustre Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya

7. BIBLIOGRAFIA

SuperPro Suspension Parts and Poly Bushings for SUZUKI VITARA ET. TA – 1988 - 1999 [en línia]. [Data de consulta: 3 abril 2017]. Disponible a: <http://superpro.com.au/find/superpro-suspension-parts-and-poly-bushings-for-suzuki-vitara-et-ta-1988-1999-/cid-999500374>.

Les Schwab – What Is Wheel Offset? [en línia]. [Data de consulta: 29 abril 2017]. Disponible en: <https://www.lesschwab.com/learn/article/what-is-wheel-offset>

CooperTires – Neumáticos 4x4 Todo Terreno Verano: Discoverer A/T3 Sport [en línia]. [Data de consulta: 2 juny 2017]. Disponible a: <http://www.coopertire.es/tyres/off-road-4x4/summer/discoverer-at3-sport>.

CASCAJOSA, M. 2000. Capítulo II: Pesos y dimensiones. *Ingeniería de vehículos: Sistemas y cálculos*. Madrid: Ed. Tébar, pp. 31-73. ISBN 9788495447067

Ingemecánica – Tutorial nº31: Estudio y Tipología de las Uniones Atornilladas [en línia], [Data de consulta: 16 maig 2017]. Disponible a: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>.

MINISTERIO DE INDUSTRIA ENERGIA Y TURISMO, Septiembre 2016. *Manual De Reformas de vehículos, 3ª Revisión*.

Unión Europea. Directiva 2010/19/UE, de 9 de marzo, que modifica, para adaptarlas al progreso técnico en el ámbito de los sistemas antiproyección de determinadas categorías de vehículos de motor y sus remolques. DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA, 20 de marzo de 2010, núm. 72, pp. 17-37. [Data de consulta: 28 març 2017]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-80519>.

Unión Europea. Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, Componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA, 9 de octubre de 2007, núm. 263, pp. 1-160. [Data de consulta: 16 març 2017]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2007-81851>.

Unión Europea. Directiva del consejo 76/756/CEE, de 27 de julio, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la instalación de los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa de los vehículos a motor y de sus remolques. DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 27 de septiembre de 1976, núm 262, pp. 1 – 31. [Data de consulta: 20 març 2017]. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/1976/262/L00001-00031.pdf>

Unión Europea. Directiva 88/194/CEE, de 24 marzo de 1988, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y de sus remolques. DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 9 de abril de 1988, núm 92, pp. 47 – 49. [Data de consulta 17 abril 2017]. Disponible a: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31988L0194&from=ES>

Unión Europea. Directiva 92/23/CEE, de 31 marzo de 1992, sobre los neumáticos de los vehículos de motor y de sus remolques así como de su montaje. DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 14 de marz de 1992, núm. 129, pp. 95 – 153. [Data de consulta: 17 abril 2017]. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/1992/129/L00095-00153.pdf>

Universitat Jaume I, Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción. Mecapedia – Cálculo de la rigidez de resortes helicoidales de tracción-compresión [en línea] [Data de consulta: 15 maig 2017]. Disponible a: http://www.mecapedia.uji.es/calculo_de_la_rigidez_de_resortes_helicoidales_de_traccion-compresion.htm.

Universitat Jaume I, Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción. Mecapedia – Cálculo resistente estático de resortes helicoidales de tracción-compresión [en línea]. [Data de consulta: 15 maig 2017]. Disponible a: http://www.mecapedia.uji.es/calculo_resistente_estatico_de_resortes_helicoidales_d_e_traccion-compresion.htm.

Valvias – Rosca métrica ISO DIN 13 (M) [en línea]. [Data de consulta: 16 maig 2017]. Disponible a: <http://www.valvias.com/prontuario-rosca-metrica-din-13.php?m=5>.

8. ANNEXOS

8.1 Fitxa tècnica i ITV

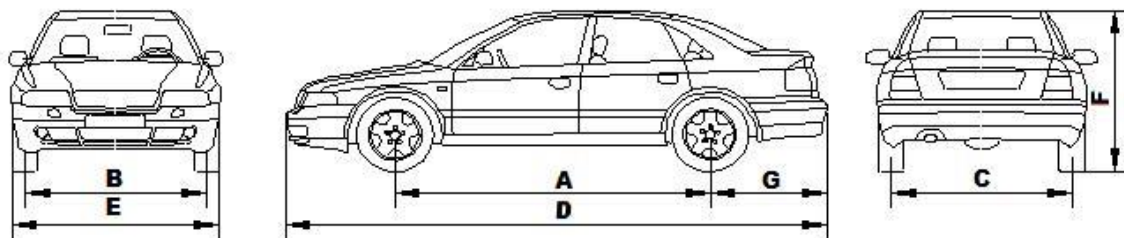
EMPRESA		N.º SERIE		11633325B	
SANTANA MOTOR, S. A.				MATRICULA	
Carretera Vadollano, s/n					
23700 LINARES (Jaén)				DESTINO	
Número de identificación: JSAF TD01V00126246					
Clasificación del vehículo:				N.º CERTIFICADO	
TURISMO, TODO TERRENO				9902485	
1 0 3 3					
Marca:	SUZUKI	Clase según R. 36:	-----		
Tipo:	ETD01V	Altura total (mm):	1700		
Variante:	001V	Anchura total (mm):	1635		
Denominación comercial:	001V	Via anterior/posterior (mm):	1395/1400		
Tara (kgf):	1190	Longitud total (mm):	4030		
PTMA/PMA 1.ª E (kgf):	1650	Voladizo posterior (mm):	865		
PTMA/PMA 2.ª E (kgf):	750	Distancia eje 1.ª/2.ª (mm):	2480		
PTMA/PMA 3.ª E (kgf):	1800	Distancia eje 2.ª/3.ª (mm):	-----		
PTMA/PMA 4.ª E (kgf):	-----	Distancia eje 3.ª/4.ª (mm):	-----		
PMR S.F. C/F (kgf):	020/1500	Distancia 5.ª rda./ult. (mm):	-----		
N.º y dim. neumáticos:	4 x 195/R15	Motor: Marca	SUZUKI		
N.º de asientos:	5	Tipo	C/G166		
Volumen de bodegas:	-----	N.º Cilindros/Cilindrada (cm³):	4/1590		
		Potencia fiscal/real (C.V.F./kW):	11.61/70.6		
Opciones incluidas en la homologación de tipo:					
Observaciones:					
VEHICULO IMPORTADO CON DUA 0027104 POR LA AGUANA DE: BARCELONA					
Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduanas.					
El abajo firmante, legalmente autorizado por SANTANA MOTOR, S. A., certifica que el vehículo carrozado cuyas características se reseñan es completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña B-1004, así como con las opciones arriba incluídas.					
de JUNIO de 1993					
Firma del Fabricante Nacional/Importador,					
Sociedad inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 1096, G. 603, Sección 3.ª, Folio 108, Hoja 3449, Inscripción 1.ª de Mayo, s/n.					
Reformas autorizadas:					
Fdo: EMILIA LAHITA LOPEZ					

8.2 Permís de circulació

A	B -9693-OF	E	JSAETD01V00126246
B	-----	F.1	-----
H	-----	F.2	-----
I	08-07-1993	G	-----
(I.1)	11-07-2016	K	B-1804
(I.2)	BARCELONA	P.1	1590
C.1.1	NAVARRO MAJO	P.2	-----
C.1.2	MARC	P.3	GASOLINA
C.1.3	-----	Q	-----
C.4	c	S.1	005
D.1	SUZUKI	S.2	-----
D.2	-----		
D.3	D01V		
(D.4)	PART-SIN ESPECIFICAR		

OBSERVACIONES:
Documento valido si acompaña ITV en vigor.
Proxima ITV:20-08-2016
Kilometraje a fecha 20-08-2015 :034426

8.3 Plànols del vehicle i les seves característiques fonamentals abans i després de la reforma



- Abans de la reforma

A	<i>Distancia entre ejos</i>	2480mm
B/C	<i>Via anterior y posterior</i>	1395/1400mm
D	<i>Longitud total</i>	4030mm
E	<i>Amplada total</i>	1635mm
F	<i>Altura total</i>	1700mm
G	<i>Voladís posterior</i>	865mm

- Després de la reforma

A	<i>Distancia entre ejos</i>	2480mm
B/C	<i>Via anterior y posterior</i>	1495/1500mm
D	<i>Longitud total</i>	4110mm
E	<i>Amplada total</i>	1740mm
F	<i>Altura total</i>	1800mm
G	<i>Voladís posterior</i>	865mm

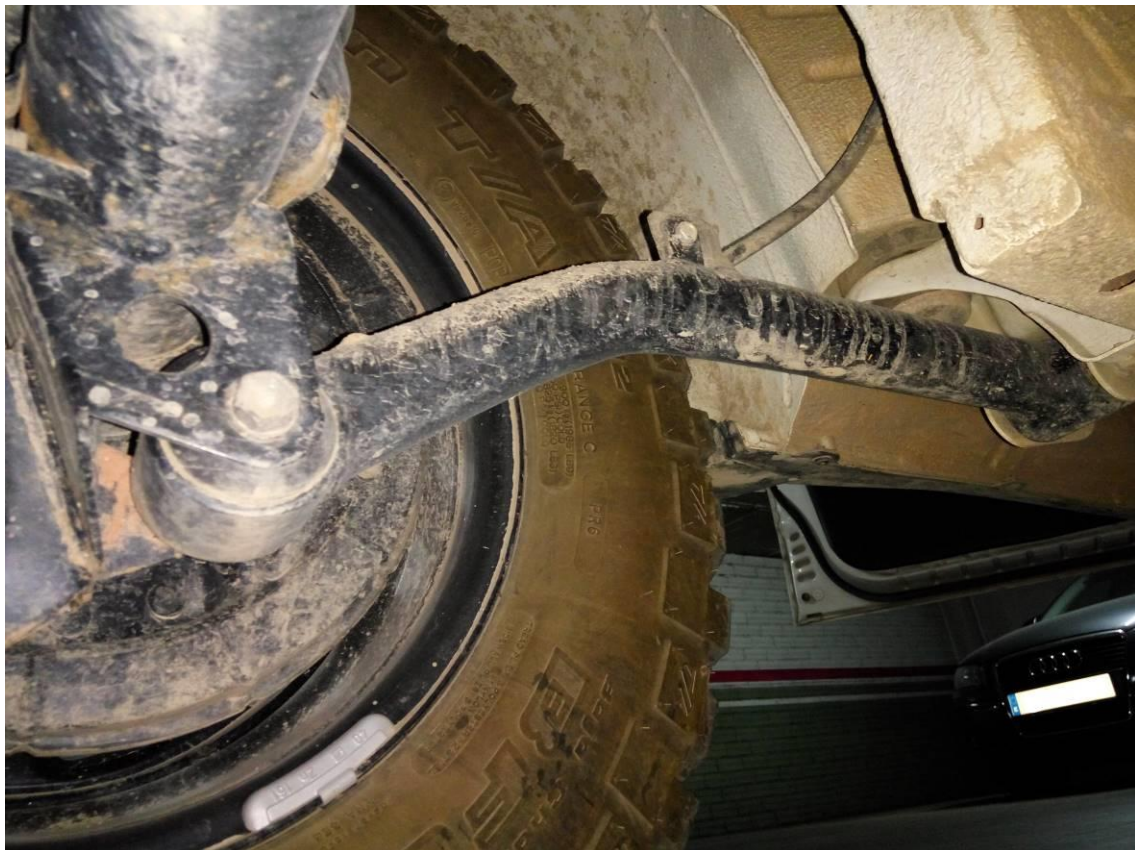
8.4 Fotografies després de la reforma







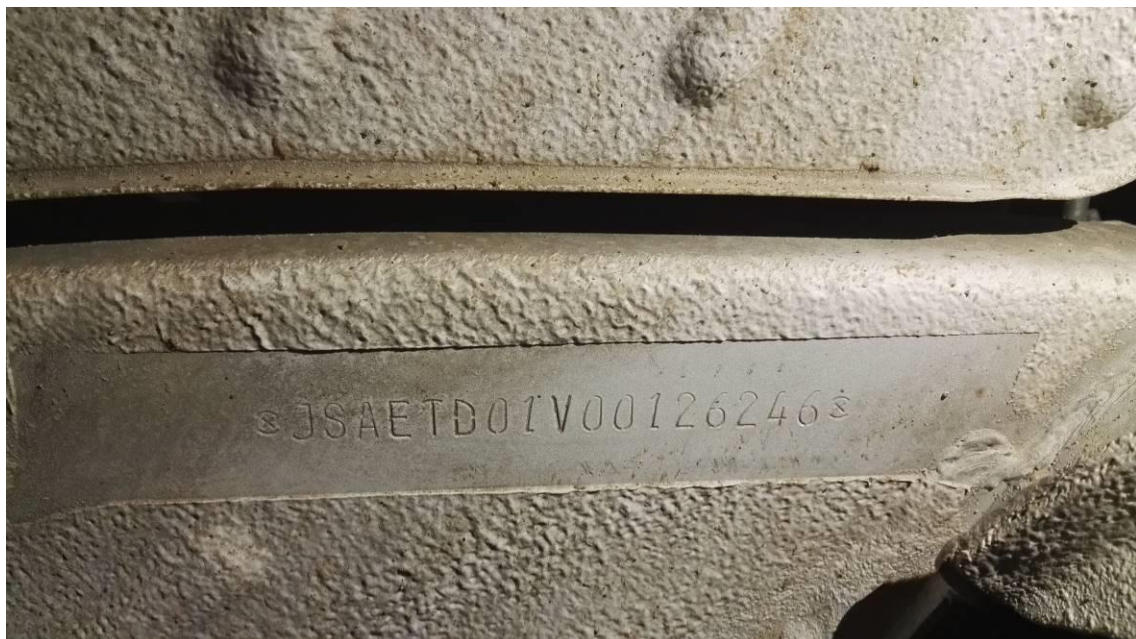












8.5 Informe de pesatge

	GRUPO ITEVELESA ITV 0825 Sant Fruitós de Bages Pol. Industrial El Grau Sant Fruitós de Bages 08272 (Barcelona) Tel. 938762555 Fax: 932994845 Estación ITV B-25	Informe nº: 208.649
		Página 1 de 1

INFORME DE PESAJE DE VEHÍCULO

TIPO DE VERIFICACIÓN:

- Fecha verificación: 28/04/2017
- Verificación del peso del vehículo a petición del Sr. Marc Navarro Majó.

DATOS DE LA BÁSCULA:

- Marca/modelo: GIROPES GI308-Pe
- N° de serie: 42342

DATOS DEL VEHÍCULO TRACTOR:

- Matrícula: **B-9693-OF**
- Número de VIN: JSAETD01V00126246

MEDICIONES EFECTUADAS EN LA VERIFICACIÓN:

- Resultados obtenidos en prueba de pesaje de 1 eje: 680 kg
- Resultados obtenidos en prueba de pesaje de 2 eje: 640 kg



Pau Galiana Marin
Responsable de la Verificación

Legislación Aplicable:

- Orden 27/04/99, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica (BOE NÚM. 110, DE 8 DE MAYO DE 1999).
- Instrucció 2/2000 sobre el procediment simplificat per a la verificació periòdica d'instruments de pesatge de funcionament no automàtic. Direcció General de Consum i Seguretat Industrial.
- Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida.
- Real Decreto 339/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida, para adecuarlo a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1284/2010, de 15 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida.

Procedimiento de inspección de Grupo Itevelesa.: PI-M-05. Inspecciones No periódicas.

8.6 Certificat snorkel



PLASMA 4X4

Tratado de Paris Nº 1 Pab 22 - Pol.Ind. Subillabide - 01230 - Vitoria (ALAVA)

www.plasma4x4.com - E-Mail: info@plasma4x4.com

CERTIFICADO DE FABRICACION

Jorge Santos Alonso Martínez, con DNI 44.686.334 W, en calidad de responsable técnico de la firma PLASMA 4X4, con CIF B-01523000, sita en el domicilio de la cabecera,

CERTIFICA:

Que ha distribuido una TOMA DE AIRE ELEVADA para el vehículo, SUZUKI VITARA, de la marca PLASMA 4X4, siendo esta aplicación técnicamente adecuada al vehículo arriba mencionado; por considerar, que no altera las condiciones actuales de seguridad del vehículo para el que está destinado para circular por vías públicas; no alterando, las dimensiones esenciales del automóvil, a la vez, que cumple toda normativa vigente relacionadas por los Servicios de Industria de las Comunidades Autónomas y al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Material

El presente artículo ha sido fabricado en :

- TUBO de POLIETILENO
- PREFILTRO (Precleaner) en el mismo material

Y para que conste, a los efectos oportunos para su legalización ante la I.T.V., se extiende el presente certificado en,

En Vitoria, a 4 de MAYO, de 2015

PLASMA 4 x 4 S.L.U.

C/ Tratado de Paris, 1 Pab. 22
01230 NANCLARES DE LA OCA
ALAVA
CIF: B01523000